

## ОПИС/Силабус дисципліни/модуля

<b>Коротка назва університету / підрозділу</b> дата (місяць / рік)	НУ «Запорізька політехніка» 08/2021
<b>Назва модулю / дисципліни</b>	Комп'ютерне моделювання складних систем
<b>Код:</b>	КМСС

Моделювання складних систем, а саме створення модельного прообразу реальної системи з включенням тільки актуальних сторін системи і виключенням другорядних, є необхідним кроком для наступного аналізу поведінки і властивостей складних систем у потрібному контексті. Обговорюються різні типи моделей, методи і інструменти їх побудови, включаючи складнощі можливої декомпозиції (побудова дерева підсистем та цілей), та програмування, важливість коректного вибору початкових умов та реалістичних обмежень, а також тактики проведення комп'ютерного експерименту. Важливими є точність і достовірність результатів моделювання. В цілому, дисципліна "**Комп'ютерне моделювання складних систем**" передбачає отримання студентом базових знань та практичних навичок з математичних, алгоритмічних та програмістських основ моделювання, які можуть бути надалі застосовані для побудови будь-яких моделей з різних сфер творчої діяльності.

*Відмітимо, що Нобелівська Премія з фізики за 2021 рік була присуджена "... to Syukuro Manabe, Klaus Hasselmann and Giorgio Parisi "for groundbreaking contributions to our understanding of complex physical systems."* Таким чином, дослідження і розуміння поведінки різноманітних складних систем – це передній край сучасної науки.

<b>Викладачі</b>	<b>Підрозділ університету</b>
Корніч Григорій Володимирович	Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики

<b>Рівень навчання (ВА/МА)</b>	<b>Рівень модулю/дисципліни (номер семестру)</b>	<b>Тип модулю/дисципліни (обов'язковий / вибірковий)</b>
Другий (магістрський)	2	Вибірковий

<b>Форма навчання (лекції / лабораторні / практичні)</b>	<b>Тривалість (тижнів/місяців)</b>	<b>Мова викладання</b>
лекції / лабораторні	14	Українська

<b>Зв'язок з іншими дисциплінами</b>	
<b>Попередні:</b> – Математичні основи та методи системного аналізу, загальна фізика;	<b>Супутні (якщо потрібно):</b> – методи теоретичної фізики, програмування та алгоритмічні мови;

<b>ECTS (Кредити модуля)</b>	<b>Загальна кількість годин</b>	<b>Аудиторні години</b>	<b>Самостійна робота</b>
4,5	135	45	90

<b>Мета навчання дисципліни (модуля): компетенції надбані внаслідок вивчення дисципліни (модуля)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Формування у студентів уявлень про побудову і аналіз сучасних моделей складних систем.</li> <li>➤ Вивчити побудову математичних моделей и дослідження їх аналітичними методами, розробку алгоритмів і інструментальних засобів згідно тематики досліджень.</li> <li>➤ Ознайомитися з імітаційним моделюванням складних систем, з методами імітації.</li> </ul>		
<b>Результати навчання в термінах компетенцій</b>	<b>Методи навчання (теорія, лабораторні, практичні)</b>	<b>Контроль якості (письмовий екзамен, усний екзамен, звіт)</b>
<p>– вільно володіти державною мовою та спілкуватися іноземною мовою;</p> <p>– здатність генерувати нові ідеї, самостійно здобувати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння, безпосередньо пов'язані з методами моделювання складних систем;</p> <p>– здатність виконувати аналітичні викладки, чисельні розрахунки та програмування окремих фрагментів цих методів у галузі професійної діяльності, ефективно розв'язувати задачі та поставленні завдання;</p> <p>– здатність використовувати імітаційний підхід, для розв'язання поставлених задач.</p>	<p>Використання у лекціях та на лабораторних заняттях</p> <p>Теоретичні знання, отримані під час лекції та консультацій</p> <p>Самостійне та під керівництвом викладача рішення задач</p> <p>Самостійне та під керівництвом викладача моделювання</p>	<p>Окремого оцінювання не передбачено</p> <p>Окреме оцінювання не проводиться</p> <p>Оцінюються під час модульного контролю та екзамену</p> <p>Оцінюються під час модульного контролю та екзамену</p>

Теми курсу	Аудиторні заняття						Час та завдання на самостійну роботу	
	Лекцій	Інші види	Семінарів	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Загалом, годин	Самостійна робота	Завдання
Тема 1. Вступ. Моделювання, як метод наукового пізнання. Сутність моделювання. Поняття складної системи. Принципи системного підходу в моделюванні.	4					14	10	

Тема 2. Класифікація видів моделювання. Загальна математична схема моделювання. Математичні схеми моделювання: диференціальні рівняння, кінцеві і ймовірнісні автомати, неперервно-стохастичні моделі, мережеві моделі, агрегатні моделі.	4					<b>14</b>	<b>10</b>	
Тема 3. Факторний простір, класифікація факторів. Різновиди планів експериментів. Тактичне планування машинних експериментів. Вибір початкових умов і їх вплив на стабільність результатів моделювання.	4				4	<b>18</b>	<b>10</b>	Лабораторна робота 1
Тема 4. Забезпечення точності та достовірності результатів. Особливості їх фіксації і статистичної обробки. Аналіз і інтерпретація результатів.	4				4	<b>23</b>	<b>15</b>	Лабораторна робота 2
Тема 5. Етапи моделювання систем. Побудова концептуальної моделі: постановка задачі, визначення типу (класу) моделі, вибір виду моделі в даному класі, особливості вибору вида моделі для динамічних стохастичних систем.	4					<b>19</b>	<b>15</b>	
Тема 6. Алгоритмізація моделей систем і їх машинна реалізація: побудова моделюючих алгоритмів, форми, схеми алгоритмів, програм, даних. Перевірка достовірності концептуальної моделі.	4				6	<b>25</b>	<b>15</b>	Лабораторна робота 3
Тема 7. Статистичне моделювання систем. Поняття статистичного експерименту, генерування базової послідовності випадкових чисел, вимоги до генераторів випадкових чисел, генерація випадкових чисел із заданим законом розподілу. Особливості реалізації імітаційних	6	1				<b>22</b>	<b>15</b>	

моделей, їх види і область застосування.							
Усього годин	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>14</b>	<b>135</b>	<b>90</b>	

Стратегія оцінювання	Вага, %	Термін	Критерії оцінювання
Модульна конт. робота	65	впродовж семестру	Письмове опитування
Виконання лабораторних робіт	15		Лабораторна робота з тем 1-3
	10		Лабораторна робота з теми 4
	10	Лабораторна робота з тем 5-7	
Складання екзамену	90 – 100	після модулю	відмінно
	85-89		добре
	75-84		задовільно
	70-74		
	60-69		незадовільно з можливістю повторного складання
	35-59		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
0-34			

Автор	Рік	Назва	Видання	Видавництво
<b>Обов'язкова література</b>				
В.В. Пасічник, Я.І. Виклюк, Р.М. Камінський	2019	Моделювання складних систем	Навчальний посібник	Львів, Вид. Новий світ-2000, 2019. – 404 с. ISBN 978-617-7519-05-7
Г.В.Корніч, Н.І. Біла, А.І. Денисенко, О.О. Подковаліхіна	2015	Чисельний аналіз систем з розподіленими параметрами інструментами MATLAB	Навч. посібник	Запоріжжя, Вид. “Кругозор”, 2015. – 128 с. ISBN 978-966-2602-91-III
В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов	2017	Моделювання та оптимізація систем	Підручник	Вінниця : ПП «ГД«Еднльвейс», 2017. – 804 с. ISBN 978-617-7237-23-4
M.P. Allen, D.J. Tildesley	2017.	Computer Simulation of Liquids: Second Edition.	Навч. посібник	Oxford : Oxford University Press, 2017.- 626 p. ISBN-13: 9780198803195 DOI:10.1093/oso/9780198803195.001.0001
В.М. Соловійов, О.А. Сердюк, Г.Б. Данильчук	2016	Моделювання складних систем	Навч. посібник	МОНУ, КДПУ, ЧНУ.- Черкаси: Видавець О.Ю. Вовчок. - 2016. – 204 с.
<b>Додаткова література</b>				
Г.В. Корніч	2019	Поверхня твердого тіла при бомбарду-	Монографія	Запоріжжя: НУ “Запорізька політехні-

		ванні низькоенергетичними іонами: моделювання і аналіз атомної системи.		ка” – 2019.- 302 с. <b>ISBN</b> 978-617-529-240-2 <a href="http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/7624">http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/7624</a>
Укл.: Г.В. Корніч, О.В. Кривцун, О.О.Подковаліхіна, Д.В. Широкоград, В.І. Кіпріч	2021	Основи моделювання наносистем	Методичні вказівки	Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2021. – 21 с. <a href="http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/7771">http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/7771</a>
А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Э.Р. Домке	2011	Математическое и компьютерное моделирование сложных систем	Навч. посібник	Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.- 2011. – 296 с. ISBN: 978-5-9282-0733-5
С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов	2005	Курс статистического моделирования.	Навч. посібник	М.: Физматлит. 2005. – 320 с.
Shyrokorad D.V., Kornich G.V., Buga S.G.	2020	Evolution of the Ni-Al Janus-like clusters under the impacts of low-energy Ar and Ar13 projectiles	Період. журнал, Вид. Elsevier	Mater.Today Com.-23 101107-12. <a href="https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2020.101107">https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2020.101107</a>
Shyrokorad D.V., Kornich G.V., Buga S.G.	2019	Formation of the core-shell structures from bimetallic Janus-like nanoclusters under low-energy Ar and Ar13 impacts: MD study	Періодичний журнал, Вид. Elsevier	Computational Materials Science.- 159(3) 2019 110-119. <a href="https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2018.12.002">https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2018.12.002</a>
Shyrokorad D.V., Kornich G.V., Buga S.G.	2017	Simulation of the interaction of bipartite bimetallic clusters with low-energy argon clusters	Періодичний журнал, Вид. Springer	Phys. Solid State.- 59(1).- 2017.- 198-208. <a href="https://doi.org/10.1134/S1063783417010292">https://doi.org/10.1134/S1063783417010292</a>
Shyrokorad D.V., Kornich G.V.	2016	A Neural Network Method for Restoring the Initial Impurity Concentration Distribution from Data of Ion Sputter Depth Profiling	Періодичний журнал, Вид. Springer	Technical Physics Letters. V.42(7) – 2016.-720-722. <a href="http://doi.org/10.1134/S1063785016070282">http://doi.org/10.1134/S1063785016070282</a> .
Kornich G.V., Betz G., Kornich V.G., Shulga V.I., Yermolenko O.A.	2011	Synergism in sputtering of copper nanoclusters on graphite substrate at low energy Cu <sup>2+</sup> bombardment	Періодичний журнал, Вид. Elsevier	NIMB 269 (14)- 2011.- 1600-1603. <a href="https://doi.org/10.1016/j.nimb.2010.11.088">https://doi.org/10.1016/j.nimb.2010.11.088</a> .